

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-190848  
(43)Date of publication of application : 21.07.1998

(51)Int.Cl.

H04M 3/56  
H04M 3/18  
H04R 3/02  
// H04B 3/23

(21)Application number : 09-303188  
(22)Date of filing : 05.11.1997

(71)Applicant : LUCENT TECHNOLOG INC  
(72)Inventor : BENESTY JACOB  
HALL JOSEPH LINDLEY II  
MORGAN DENNIS RAYMOND  
SONDHI MAN MOHAN

(30)Priority

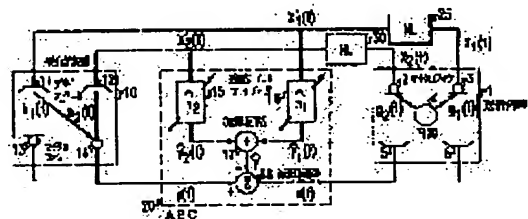
Priority number : 96 747730 Priority date : 12.11.1996 Priority country : US

## (54) METHOD AND SYSTEM FOR CANCELING ACOUSTIC ECHO

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To selectively reduce mutual relation, in respective channel signals (sound source signal) concerning a stereo communication system, such as a teleconference system by introducing a small nonlinearity in respective channels in order to reduce couplings between two stereo channels.

SOLUTION: In a teleconference system, nonlinear signal conversion modules (NL) 25 and 30 are inserted to the microphones 3 and 2 of a transmission room and a bus between the round speakers 11 and 12 of a reception room 10. Stereophonic sound source signals  $x_1(t)$  and  $x_2(t)$  are respectively converted into a signal  $x_1'(t)$  and  $x_2'(t)$  by the operations of NL 25 and 30. It is preferably that a filter of an acoustic echo canceller(AEC) 20 be arranged in the reception room 10, and NL and 30 be arranged in the transmission room 1.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.04.1999  
[Date of sending the examiner's decision of rejection] 09.07.2002  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number] 3405512  
[Date of registration] 07.03.2003  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2002-19526  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of] 07.10.2002

BEST AVAILABLE COPY

rejection]

[Date of extinction of right]

特開平 10 - 190848

(43) 公開日 平成 10 年 (1998) 7 月 21 日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H04M 3/56			H04M 3/56	B
3/18			3/18	
H04R 3/02			H04R 3/02	
// H04B 3/23			H04B 3/23	

審査請求 未請求 請求項の数 40 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平 9 - 303188

(22) 出願日 平成 9 年 (1997) 11 月 5 日

(31) 優先権主張番号 08 / 747730

(32) 優先日 1996 年 11 月 12 日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 596077259  
 ルーセント テクノロジーズ インコーポ  
 レイテッド  
 Lucent Technologies  
 Inc.  
 アメリカ合衆国 07974 ニュージャ  
 ーシー、マレーヒル、マウンテン アベニ  
 ュー 600-700  
 600 Mountain Avenue  
 , Murray Hill, New J  
 ersey 07974-0636 U. S  
 . A.

(74) 代理人 弁理士 三俣 弘文

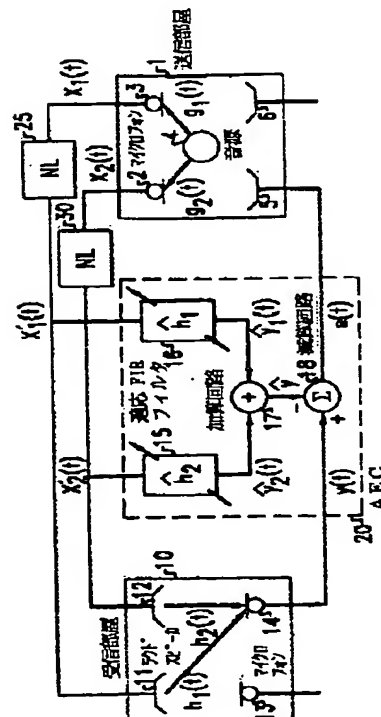
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 音響エコーキャンセル方法とそのシステム

## (57) 【要約】

【課題】 実際の個々のインパルス応答を正確に推定することが可能なステレオ音響エコーキャンセル技術を提供する。

【解決手段】 本発明によるテレコンファレンスシステムのようなステレオ通信システムのための個々のインパルス応答を推定するための方法および装置は、ステレオシステムの個々のチャネル信号間の相互関係を選択的に低減する。ステレオ音源信号  $x_1$ 、 $x_2$  の相互関係を選択的に低減することは、ステレオ通信システムの受信部屋 10 の個々のインパルス応答の推定において、好都合な結果となる。制限的に相互関係を低減された音源信号は、通常の適応フィルタおよび受信部屋のラウドスピーカ 11、12 に提供される。音響エコーキャンセルは、通常の方法で行われるが、選択的に相互関係を低減されたソース信号について行われる。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 および第 2 の位置間の通信を強化する音響エコーキャンセル方法であって、前記第 2 の位置

(1) において、複数の音源信号 ( $x_1$ ,  $x_2$ ) が提供され、前記第 2 の位置において少なくとも音響エコー信号を表す信号が生成されるものにおいて、

(A) 相互関係を低減した 2 つ以上の音源信号を得るために、それぞれが複数の音源信号の少なくとも 1 つを反映する 1 以上のチャネル信号のそれぞれについて非線形変換を実行するステップと、

(B) 前記第 2 の位置における 2 以上のインパルス応答を推定するステップと、

(C) 2 以上のエコー推定値成分信号を生成するために、推定されたインパルス応答に基づいて、前記相互関係を低減された音源信号をフィルタするステップと、

(D) 前記エコー推定値成分信号の結合と少なくとも前記音響エコー信号を表す前記信号との間の差を表す信号を生成するステップとを有することを特徴とする方法。

【請求項 2】 前記 (B) インパルス応答を推定するステップが、前記インパルス応答を表すパラメータを計算するステップを含むことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】 前記第 2 の位置における少なくとも音響エコー信号を表す 1 つ以上の追加的な信号が前記第 2 の位置において生成され、

前記インパルス応答を推定し、前記相互関係を低減された音源信号をフィルタし、前記差を表す信号を生成する前記ステップの別個のシーケンスが、音響エコー信号を表す前記信号のそれぞれに対して実行されることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】 前記第 2 の位置において提供される複数の音源信号は、前記第 1 の位置において生成されたものであり、前記第 1 の位置から前記第 2 の位置へ送信されることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 5】 前記 (A) 1 つ以上のチャネル信号のそれぞれについて非線形変換を実行するステップが、前記チャネル信号のそれぞれを対応する非線形関数に加えるステップを含むことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 6】 前記非線形関数は、係数  $\alpha$  をかけ算された半波整流器関数であることを特徴とする請求項 5 記載の方法。

【請求項 7】 前記係数  $\alpha$  は、0.5 よりも小さい数であることを特徴とする請求項 6 記載の方法。

【請求項 8】 前記係数  $\alpha$  は、0.1 ~ 0.3 の範囲にある数であることを特徴とする請求項 7 記載の方法。

【請求項 9】 前記非線形関数は、係数  $\alpha$  をかけ算された全波整流器関数であることを特徴とする請求項 5 記載の方法。

【請求項 10】 前記非線形関数は、係数  $\alpha$  をかけ算さ

れたハードリミッタ関数であることを特徴とする請求項 5 記載の方法。

【請求項 11】 前記非線形関数は、係数  $\alpha$  をかけ算された二乗関数を含むことを特徴とする請求項 5 記載の方法。

【請求項 12】 前記非線形関数は、係数  $\alpha$  をかけ算された二乗正弦関数を含むことを特徴とする請求項 5 記載の方法。

【請求項 13】 前記非線形関数は、係数  $\alpha$  をかけ算された三乗関数であることを特徴とする請求項 5 記載の方法。

【請求項 14】 前記複数の音源信号を反映するチャネル信号は、制限された帯域幅を有し、1 つ以上の追加的な音源信号は、前記第 2 の位置において提供されるものであり、

(E) 前記第 2 の位置における 2 つ以上のインパルス応答を反映する結合インパルス応答を含む第 2 の位置における少なくとも 1 つの追加的なインパルス応答を推定するステップと、

(F) 前記複数の音源信号を反映するチャネル信号の制限された帯域幅の外側にある 1 つ以上の周波数を含む帯域幅を有する前記 1 つ以上の追加的な音源信号の内の少なくとも 1 つを反映する少なくとも 1 つの追加的なエコー推定値成分信号を生成するために、少なくとも 1 つの追加的な推定値インパルス応答に基づいて、前記 1 つ以上の追加的な音源信号の内の少なくとも 1 つを反映する信号をフィルタリングするステップと、

(G) 前記少なくとも 1 つの追加的なエコー推定値成分信号と前記第 2 の位置における少なくとも音響エコー信号を表す追加的な信号との間の差を表す信号を生成するステップと、

(H) 前記少なくとも 1 つの追加的なエコー推定値成分信号の結合と前記第 2 の位置における少なくとも音響エコー信号を表す追加的な信号との間の差を表す信号と、前記エコー推定値成分信号の結合と少なくとも前記音響エコー信号を表す前記信号との間の差を表す信号と結合させるステップとをさらに含むことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 15】 前記複数の音源信号を反映するチャネル信号は、複数の元の音源信号の帯域幅を制限されたものであり、前記 1 つ以上の追加的な音源信号の内の少なくとも 1 つを反映する信号は、前記元の音源信号の内の少なくとも 2 つの結合に基づくことを特徴とする請求項 14 記載の方法。

【請求項 16】 前記複数の音源信号を反映するチャネル信号は、複数の元の音源信号のローパスフィルタされたものであることを特徴とする請求項 15 記載の方法。

【請求項 17】 前記 1 つ以上の追加的な音源信号の少なくとも 1 つを反映する信号は、前記元の音源信号の内の少なくとも 2 つの前記結合のハイパスフィルタされたものであることを特徴とする請求項 16 記載の方法。

【請求項 1 8】 前記複数の音源信号を反映するチャンネル信号の内の 1 つは、前記元の音源信号の内の少なくとも 2 つの和を反映し、前記複数の音源信号を反映するチャンネル信号の内の別の 1 つは、前記元の音源信号の内の 2 つの差を反映することを特徴とする請求項 1 4 記載の方法。

【請求項 1 9】 第 1 と第 2 の位置間の通信を強化するための音響エコーキャンセルシステムであって、前記第 2 の位置 ( 1 ) において、複数の音源信号 (  $x_1$ ,  $x_2$  ) が提供され、前記第 2 の位置における少なくとも音響エコー信号を表す信号が生成されるものにおいて、相互関係を低減された 2 つ以上の音源信号を得るために、それぞれが前記複数の音源信号の内の少なくとも 1 つを反映する 1 つ以上のチャンネル信号のそれぞれに適用される非線形変換モジュール ( 2 5, 3 0 ) と、前記第 2 の位置における 2 つ以上のインパルス応答を推定するように適合されたインパルス応答エスティメータと、2 つ以上のエコー推定値成分信号を生成するために、前記推定されたインパルス応答に基づいて前記相互関係を低減された音源信号をフィルタするように適合されたフィルタ ( 1 5, 1 6 ) と、前記エコー推定値成分信号の結合と少なくとも前記音響エコー信号を表す前記信号との差を表す信号を生成する信号生成器とを有することを特徴とするシステム。

【請求項 2 0】 前記インパルス応答エスティメータは、インパルス応答を表すパラメータを計算することを特徴とする請求項 1 9 記載のシステム。

【請求項 2 1】 前記第 2 の位置における少なくとも音響エコー信号を表す 1 つ以上の追加的な信号が、前記第 2 の位置において生成され、前記インパルス応答エスティメータ、前記フィルタおよび前記信号生成器のそれぞれが、音響エコー信号を表す前記信号のそれぞれに別個に適用されることを特徴とする請求項 1 9 記載のシステム。

【請求項 2 2】 前記第 2 の位置に提供される複数の音源信号は、前記第 1 の位置において生成され、前記第 1 の位置から前記第 2 の位置へ送信されることを特徴とする請求項 1 9 記載のシステム。

【請求項 2 3】 非線形変換モジュールは、前記チャンネル信号のそれぞれをその対応する非線形関数へ加算することを特徴とする請求項 1 9 記載のシステム。

【請求項 2 4】 前記非線形関数は、係数  $\alpha$  をかけ算された半波整流器関数であることを特徴とする請求項 2 3 記載のシステム。

【請求項 2 5】 前記係数  $\alpha$  は、0. 5 よりも小さい数であることを特徴とする請求項 2 4 記載のシステム。

【請求項 2 6】 前記係数  $\alpha$  は、0. 1 ~ 0. 3 の範囲にある数であることを特徴とする請求項 2 5 記載のシステム。

【請求項 2 7】 前記非線形関数は、係数  $\alpha$  をかけ算さ

れた全波整流器関数であることを特徴とする請求項 2 3 記載のシステム。

【請求項 2 8】 前記非線形関数は、係数  $\alpha$  をかけ算されたハードリミッタ関数であることを特徴とする請求項 2 3 記載のシステム。

【請求項 2 9】 前記非線形関数は、係数  $\alpha$  をかけ算された二乗関数であることを特徴とする請求項 2 3 記載のシステム。

【請求項 3 0】 前記非線形関数は、係数  $\alpha$  をかけ算された二乗正弦関数であることを特徴とする請求項 2 3 記載のシステム。

【請求項 3 1】 前記非線形関数は、係数  $\alpha$  をかけ算された三乗関数であることを特徴とする請求項 2 3 記載のシステム。

【請求項 3 2】 前記複数の音源信号を反映するチャンネル信号は、制限された帯域幅を有し、1 つ以上の追加的な音源信号は、前記第 2 の位置において提供されるものであり、第 2 の位置における 2 つ以上のインパルス応答を反映する結合インパルス応答を含む前記第 2 の位置における少なくとも 1 つの追加的なインパルス応答を推定するように適合されたインパルス応答エスティメータと、複数の音源信号を反映するチャンネル信号の制限された帯域幅の外側にある 1 つ以上の周波数を含む帯域幅を有する前記 1 つ以上の追加的な音源信号の少なくとも 1 つを反映する少なくとも 1 つの追加的なエコー推定値成分信号を生成するために、前記少なくとも 1 つの追加的な推定値インパルス応答に基づいて、前記 1 つ以上の追加的な音源信号の内の少なくとも 1 つを反映する信号をフィルタするように適合されたフィルタと、前記少なくとも 1 つの追加的なエコー推定値成分信号の結合と、前記第 2 の位置における少なくとも音響エコー信号を表す追加的な信号との間の差を表す信号を生成する信号生成器と、前記少なくとも 1 つの追加的なエコー推定値成分信号の結合と前記第 2 の位置における少なくとも音響エコー信号を表す追加的な信号との間の差を表す信号と、前記エコー推定値成分信号の結合と少なくとも前記音響エコー信号を表す前記信号との間の差を表す信号とを結合する信号結合器とをさらに有することを特徴とする請求項 1 9 記載のシステム。

【請求項 3 3】 複数の音源信号を反映するチャンネル信号は、複数の元の音源信号の帯域幅を制限されたものであり、前記 1 つ以上の追加的な音源信号の内の少なくとも 1 つを反映する信号は、前記元の音源信号の少なくとも 2 つの結合に基づいていることを特徴とする請求項 3 2 記載のシステム。

【請求項 3 4】 複数の音源信号を反映するチャンネル信号は、複数の元の音源信号のローパスフィルタされたものであることを特徴とする請求項 3 3 記載のシステム。

【請求項 3 5】 前記 1 つ以上の追加的な音源信号の内の少なくとも 1 つを反映する信号は、前記元の音源信号

の内の少なくとも2つの前記結合のハイパスフィルタされたものであることを特徴とする請求項34記載のシステム。

【請求項36】 前記複数の音源信号を反映するチャンネル信号の内の1つは、前記元の音源信号の内の少なくとも2つの和を反映し、前記複数の音源信号を反映するチャンネル信号の内の別の1つは、前記元の音源信号の内の2つの差を反映することを特徴とする請求項32記載のシステム。

【請求項37】 第1および第2の位置の間のステレオ通信を強化するための音響エコーキャンセルシステムであって、前記第2の位置において、複数の音源信号が提供され、少なくとも音響エコー信号を表す信号が前記第2の位置のにおいて生成されるものにおいて、2つ以上の相互関係を低減された音源信号を得るために、それぞれが複数の音源信号の内の少なくとも1つを反映する1つ以上のチャンネル信号の内それぞれについて非線形変換を実行する手段と、前記第2の位置の2つ以上のインパルス応答を推定する手段と、2つ以上のエコー推定値成分信号を生成するために、前記推定されたインパルス応答に基づいて前記相互関係を低減された音源信号をフィルタする手段と、前記エコー推定値成分信号の結合と少なくとも前記音響エコー信号を表す前記信号との差を表す信号を生成する手段とを有することを特徴とするシステム。

【請求項38】 信号チャンネル中の相互関係を低減された音源信号を結合する手段をさらに含むことを特徴とする請求項37記載のシステム。

【請求項39】 非線形変換モジュールは、前記チャンネル信号のそれぞれをその対応する非線形関数に加算する手段を含むことを特徴とする請求項37記載のシステム。

【請求項40】 前記複数の音源信号を反映するチャンネル信号は、制限された帯域幅を有し、1つ以上の追加的な音源信号は、前記第2の位置において提供されるものであり、

前記第2の位置の少なくとも1つの追加的なインパルス応答を推定する手段と、

前記複数の音源信号を反映するチャンネル信号の制限された帯域幅の外側にある1つ以上の周波数を含む帯域幅を有する前記1つ以上の追加的な音源信号の内の前記少なくとも1つを反映する少なくとも1つの追加的なエコー推定値成分信号を生成するために、前記少なくとも1つの追加的な推定されたインパルス応答に基づいて、前記1つ以上の追加的な音源信号の内の少なくとも1つを反映する信号をフィルタする手段と、

前記少なくとも1つの追加的なエコー推定値成分信号の結合と前記第2の位置における少なくとも音響エコー信号を表す追加的な信号との間の差を表す信号を生成する手段と、

前記少なくとも1つの追加的なエコー推定値成分信号の結合と前記第2の位置における少なくとも音響エコー信号を表す追加的な信号との間の差を表す信号と、前記エコー推定値成分信号の結合と少なくとも前記音響エコー信号を表す前記信号との差を表す信号とを結合する手段とをさらに含むことを特徴とする請求項37記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、音響エコーキャンセル技術に係り、特にステレオ音響エコーキャンセル技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 より実物のようなかつトランスベアレントなオーディオ/ビデオ媒体に対するテレコンファレンスの発展は、とりわけ、音声をテレコンファレンスする能力の発展に依存する。音が現実的になればなるほど、テレコンファレンスはより実物に近くなる。いくつかの今日のテレコンファレンスシステムは、高い忠実度のオーディオシステム（100～7000Hz帯域幅）を含む点まで既に発展してきた。これらのシステムは、古い電話システム（200～3200Hz帯域幅）についてのかかなり大きな改良を提供する。しかし、このような忠実性が高いシステムは、テレコンファレンス技術におけるオーディオの発展の制限では決してない。

【0003】 空間的な現実性は、オーディオ/ビデオテレコンファレンス技術にとって非常に望ましい。これは、ダイナミック、複数および同時に生じ得る話者のパネル間のディスカッションを聞き手が理解するために必要だからである。空間的現実性についての必要性は、最低2つのチャンネルに関係するテレコンファレンスにおける多チャンネル（即ち、ステレオ）オーディオシステムの考慮を導く。

【0004】 多くの今日のテレコンファレンスシステムは、音声通信のための単一（モノラル）の全二重式オーディオチャンネルを有する。単純なスピーカホーンから最新のビデオテレコンファレンス装置までに及ぶこれらのシステムは、典型的に、音響的結合による望ましくないエコーを除去するために、音響エコーキャンセラ（AEC）を使用する。

【0005】 この音響結合は、遠方の位置からの信号に応じて、テレコンファレンスラウドスピーカから放射される音がテレコンファレンスマイクロフォンに到着したときに、生じる。このマイクroフォンは、この音（即ちこのエコー）に応じて、信号を生成する。そして、このマイクroフォン信号は、遠方の位置に送信される。AECは、エコーが生じる部屋において、ラウドスピーカからマイクroフォンへのインパルス応答を除去し、エコーを電気的にキャンセルするために使用される信号を生成するために、適応フィルタを使用する。

【0006】モノラルのテレコンファレンスと同様に、高品質ステレオテレコンファレンスは、AECを必要とする。例えば、M. M. Sondhi および D. R. Morgan, "Acoustic echo cancellation for stereophonic teleconferencing," Proc. IEEE ASSP Workshop Appl. Signal Processing Audio Acoustics, 1991, を参照のこと。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、ステレオAECは、モノラルとの関連で存在しない問題を生じる。モノラルのテレコンファレンスシステムにおいて、エコーが生じている部屋において、ラウドスピーカからマイクロフォンへの単一のインパルス応答を推定するために、単一の適応フィルタが使用される。部屋の中には1つのラウドスピーカおよび1つのマイクロフォンしかないで、推定すべきインパルス応答は1つしかない。

【0008】適応フィルタインパルス応答推定値が、部屋の現実のインパルス応答に近付くとき、これらの応答間の差は、ゼロに近づく。それらの差が非常に小さいと、エコーの影響は低減される。エコーを低減する能力は、ラウドスピーカからの信号に無関係である。これは、現実のインパルス応答と推定されたインパルス応答が等しいかまたはほぼ等しく、かつ現実のインパルス応答を有する部屋と推定されたインパルス応答を有する適応フィルタの両者が同じ信号により励起されるからである。

【0009】多チャネルステレオテレコンファレンスシステムにおいて、複数（例えば、2つ）の適応フィルタが、部屋の複数（例えば、2つ）のインパルス応答を推定するために使用される。各適応フィルタは、受信部屋におけるラウドスピーカからマイクロフォンへの別個の音響パスと関係づけられている。部屋の個々のインパルス応答を独立に推定できるのではなく、通常のステレオAECシステムは、エコーを低減する結合効果を有するインパルス応答を得る。

【0010】独立の応答を得ることについてのこの制限は、AECシステムがマイクロフォンあたり単一の信号のみを測定できるという事実による。この信号は、複数の音響パスを通して単一のマイクロフォンに到着する複数の音響信号の和である。したがって、AECは、部屋の個々のインパルス応答を観測することができない。インパルス応答推定値を得ることについての問題点は、低減されたエコーの結合効果が、現実の個々のインパルス応答が正確に推定されることを必ずしも意味しないものであることに基づく。

【0011】個々のインパルス応答が正確に推定されない場合、遠方の位置の音響特性における変化に対して丈夫であるべきAECシステムの能力は、制限され、性能における望ましくない低下が生じ得る。例えば、M. M. Sondhi, D. R. Morgan, および J. L. Hall による "Si

ereophonic acoustic echo cancellation -- An overview of the fundamental problem," IEEE Signal Processing Lett, Vol. 2, No. 8, August 1995, pp. 148-151, を参照のこと。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、テレコンファレンスシステムのようなステレオ通信システムについての個々のインパルス応答を推定するための技術を提供する。この技術は、ステレオシステムの個々のチャネル信号（音源信号）間の相互関係を選択的に低減することに関係している。

【0013】ステレオ音源信号の相互関係の選択的な低減は、好都合なことに、ステレオ通信システムの受信部屋の個々のインパルス応答の推定となる。選択的に相互関係を低減された音源信号は、通常の適応フィルタおよび受信部屋のラウドスピーカに提供される。AEC機能は、選択的に相互関係が低減された音源信号において、実行されることを除き通常の方法で実行される。

【0014】具体的には、テレコンファレンスシステムの2つのステレオチャネル間の音源信号の相互関係の選択的な低減は、チャネル間結合を減少させるために、好ましくは小さな非線形性を各チャネル中に導入することにより達成される。本発明の一実施形態によれば、各チャネル信号は、チャネル信号それ自体の小さな非線形機能をそれに付加して、信号の間隔的な品質を保持しつつ、チャネル間結合を減少させる。一つの実施形態において、例えば、非線形機能は、半波整流器を含む。

#### 【0015】

【発明の実施の形態】本発明を明瞭にするために、本発明の一実施形態は、個々の機能ブロックを含むものとして表現される。これらのブロックが表す機能は、ソフトウェアを実行することができるハードウェアを含み、これに限定されない共用または専用のハードウェアのいずれかを使用して、提供され得る。例えば、様々な図において表現されるブロックの機能は、単一の共用プロセッサにより提供され得る。

【0016】「プロセッサ」の用語の使用は、ソフトウェアを実行することができるハードウェアを排他的に指すものであると解釈すべきでない。本発明の実施形態は、デジタル信号処理プロセッサ（DSP）ハードウェア、以下に説明する動作を実行するソフトウェアを格納するためのリードオンリメモリ（ROM）、およびDSPの結果を格納するためのランダムアクセスメモリ（RAM）を含むことができる。大規模集積（VLSI）ハードウェアおよび汎用DSP回路との組み合わせにおけるカスタムVLSI回路も、提供することができる。

【0017】ここで使用されているように、「ステレオ」という用語は、多チャネルオーディオシステムを指す。以下に説明する実施形態のそれぞれは、2つのチャ

ネルを有する。しかし、これらの実施形態のそれぞれは、いかなる複数のチャンネルも取り扱うように、本発明の原理に従って容易に修正され得ることは、当業者に明かである。

【0018】図1は、2つの場所間のステレオテレコンファレンスとの関連で、通常のステレオ（2チャンネル）AECシステムの概略図を示す。送信部屋1は、図の右側に示されている。送信部屋1は、インパルス応答  $g_1(t)$  および  $g_2(t)$  により特徴づけられた2つの音響パスを経て音響音源4（例えば、話者）からの信号をピックアップするために使用される2つのマイクロフォン2、3を含む。説明の明瞭さのために、全ての音響パスは、対応するラウドスピーカおよび/またはマイクロフォンの応答を含むと仮定される。

【0019】マイクロフォン2、3からの出力は、それぞれ、ステレオチャンネル音源信号  $x_1(t)$  および  $x_2(t)$  である。そして、これらのステレオチャンネル音源信号  $x_1(t)$  および  $x_2(t)$  は、電話またはATMネットワークのような通信ネットワークを経て、送信部屋1から離れた場所において、左側に示した受信部屋10中のラウドスピーカ11、12へ送信される。ラウドスピーカ11、12は、インパルス応答  $h_1(t)$  および  $h_2(t)$  で表示されたパスにより受信部屋10中のマイクロフォン14に音響的に結合される。音響エコー信号がマイクロフォン14に到達するパスがある。

【0020】マイクロフォン14の出力は、信号  $y(t)$  であり、マイクロフォンにあたる受信部屋中の音響信号を表す信号である。これらの音響信号は、音響エコー信号を含む。ラウドスピーカ11、12は、他の音響パスによりマイクロフォン13にも結合されている。しかし、説明を明瞭にするために、その出力に対して、マイクロフォン14およびAECへの結合のみを説明する。

【0021】マイクロフォン14の出力についてのAECに関する分析は、マイクロフォン13の出力へも適応可能であることを当業者は理解するであろう。同様に、受信部屋10中のマイクロフォン13および14の出力について実行されるAECは、好都合なことに、送信部屋1中のマイクロフォン2および3の出力についても実行可能であり、受信部屋10と送信部屋1の機能は、交換されることを当業者であればわかるであろう。

【0022】受信部屋10において音響エコー信号をキャンセルするために何もなされないとしたら、これらのエコーは、マイクロフォン14を介して、かつ通信ネットワークを逆向きに通って、送信部屋1中のラウドスピーカ5へ送り返されることになり、何度も繰り返されて、望ましくない複数のエコーが生じて、もっと悪い場合には、ハウリング不安定を生じることになる。勿論、これは、AEC能力を提供することが有利であることの

理由である。

【0023】通常のAECは、典型的に、調節可能な係数と共に有限インパルス応答（FIR）フィルタを使用して、エコーの推定値を得る。この「適応」フィルタは、受信部屋10中のエコーパスの音響インパルス応答をモデル化する。図1は、受信部屋10中の2つのエコーパスをモデル化するために、それぞれがインパルス応答  $h_1(t)$  および  $h_2(t)$  を有する2つの適応FIRフィルタ16、15を使用するAEC20を使用して、この技術を一般化する。フィルタ16、15は、システム中のいずれの場所にも（即ち、送信部屋1、通信ネットワーク中、または受信部屋10）に配置することができるが、好ましくは受信部屋10に配置される。

【0024】これらのフィルタ16、15をラウドスピーカ信号  $x_1(t)$  および  $x_2(t)$  で駆動すると、全体のエコー推定値の成分である。信号  $y_1(t)$  および  $y_2(t)$  を生成する。これらの2つのエコー推定値成分信号、即ち  $y_1(t)$  および  $y_2(t)$  の和は、加算回路17の出力において、全体のエコー推定値信号  $y^*(t)$  を生じする。このエコー推定値信号  $y^*(t)$  は、減算回路18を使用してエコー信号  $y(t)$  から引き算され、誤差信号  $e(t)$  を形成する。誤差信号  $e(t)$  は、近端音声（即ち、受信部屋において生成される音声）がない場合、小さいことが意図され、即ちゼロに向かわされる。

【0025】ほとんどの通常のAEC適用例において、適応フィルタ15、16の係数は、当業者によく知られたLMS（即ち確率論的勾配）アルゴリズムのようなよく知られた技術を使用して得られる。これらの係数は、誤差信号をゼロに減少させようとして更新される。このように、係数  $h_1(t)$  および  $h_2(t)$  は、ステレオ信号  $x_1(t)$  および  $x_2(t)$  と誤差信号  $e(t)$  との関数である。

【0026】ステレオエコーキャンセル問題モノラルAECと異なり、通常のステレオAECは、部屋の個々のインパルス応答を独立に推定しない。むしろ、通常のステレオAECシステムは、エコーを低減する結合効果を有するインパルス応答を得る。低減されたエコーの結合効果に基づいてインパルス応答推定値を得ることに伴う問題は、そのような結合効果が、実際の個々のインパルス応答が正確に推定されることを必ずしも意味しないことである。個々のインパルス応答が正確に推定されない場合、離れた位置の音響特性における変化に対して丈夫であるべきAECシステムの能力は、制限され、性能における望ましくない低下が起こり得る。

【0027】図1のステレオテレコンファレンスシステムの動作との関係でこの問題を調べるために、以下の事項を考慮する。マイクロフォン14からの信号出力は、次式で表すことができる。

$$y(t) = h_1(t) * x_1(t) + h_2(t) * x_2(t) \quad (1)$$



ここで、 $h_1$  および  $h_2$  は、受信部屋 10 におけるラウドスピーカ対マイクロフォン—インパルス応答であり、 $x_1$  および  $x_2$  は、ラウドスピーカ 11, 12 へ提供されるステレオ音源信号であり、“\*”は、渦巻を示す。

$$e(t) = y(t) - h_1^{-1} x_1 - h_2^{-1} x_2 \quad (2a)$$

ここで、 $h_1^{-1}$  および  $h_2^{-1}$  は、適応フィルタ係数の N 次元ベクトルであり、 $x_1 = [x_1(t), x_1(t-1), \dots, x_1(t-N-1)]^T$  および  $x_2 = [x_2(t), x_2(t-1), \dots, x_2(t-N-1)]^T$

$$e(t) = y(t) - h^{-1} x$$

ここで、 $h^{-1} = [h_1^{-1} | h_2^{-1}]^T$  は、 $h_1^{-1}$  および  $h_2^{-1}$  の連続であり、同様に  $x = [x_1^T | x_2^T]^T$  である。

$$y(t) = h_1^T x_1 + h_2^T x_2 = h^T x \quad (3)$$

ここで、 $h_1$  および  $h_2$  は受信部屋における真のインパルス応答ベクトルであり、 $h = [h_1^T | h_2^T]^T$  である。

$$e(t) = (h - h^{-})^T x = h^{-T} x \quad (4)$$

ここで、

$$h^{-} = h - h$$

は、インパルス応答不一致ベクトルである。

【0031】 $e(t)$  が同じようにゼロにされたと仮定

$$h_1^{-T} x_1 + h_2^{-T} x_2 = 0$$

例えば図 1 に示された単一話者の場合について、これは

$$[h_1^{-T} g_1 + h_2^{-T} g_2] s(t) = 0 \quad (7)$$

ここで、 $s(t)$  は、送信部屋における話者により生成された音響信号である。周波数領域において式 (7)

$$[H_1^{-}(j\omega)G_1(j\omega) + H_2^{-}(j\omega)G_2(j\omega)] S(j\omega) = 0 \quad (8)$$

ここで、時間関数のフーリエ変換は、対応する大文字により示される。

【0032】まず、単一チャネル状況を考えると  $G_1 = 0$  である。この場合において、 $G_1 S$  がゼロである場合を除いて、式 (8) は、 $H_1^{-} = 0$  を生じる。したがって、完全な一致（即ち、 $h_1^{-} = h_1$ ）は、 $G_1 S$  がいかなる周波数においても消えないことを補償することによ

$$H_1^{-} G_1 + H_2^{-} G_2 = 0$$

この式は、完全な一致状態である  $H_1^{-} = H_2^{-} = 0$  を意味しない。ステレオエコーキャンセラに伴う問題は、式 (9) から明かである。

【0034】受信部屋インパルス応答  $h_1$  および  $h_2$  が固定されている場合にも、 $G_1$  または  $G_2$  におけるいかなる変化も、 $H_1^{-} = H_2^{-} = 0$  である特別な場合を除いて、 $H_1$  および  $H_2$  の調節を必要とする。したがって、フィルタ 15, 16 の適応アルゴリズムが受信部屋における変化を追跡しなければならないだけでなく、送信部屋における変化も追跡しなければならない。送信部屋における変化は、追跡することが特に困難である。即ち、部屋の中の異なる位置において一人の話者が話すことをやめ、別の話者が話すことを始めた場合、インパルス応答  $g_1$  および  $g_2$  は、突然にかつ非常に大きな量の変化をする。

【0028】サンプルされる信号は、時間指数  $t$  が整数であるようにあらゆる点で仮定される。誤差信号  $e(t)$  は、次式で表すことができる。

は、N 個の最も最近の音源信号サンプルを含むベクトルであり、肩文字  $T$  は、転置動作を示す。

【0029】誤差信号は、次式のようによりコンパクトに書くことができる。

$$(2b)$$

【0030】N が十分に大きいと仮定すると、信号  $y(t)$  は次式で表すことができる。

る。h によって、式 (2d) を次式のように書き直すことができる。

$$(4)$$

20 する。式 (4) から、次式となる。

$$(6)$$

さらに次式を意味する。

$$(7)$$

は、次式となる。

$$(9)$$

【0035】以上の説明から分かるように、課題は、単一チャネルエコーキャンセラの場合と同様に、送信部屋における変化を独立に収束させるアプローチを考えることである。また、式 (6) 中の  $x_1$  および  $x_2$  が相互に

40 関連づけられていない場合、式 (6) は、 $h_1 = h_2 = 0$  を意味する。この理由のために、本発明は、 $x_1$  および  $x_2$  の関連付けをなくすことを狙っている。

【0036】第 1 の実施形態

図 2 は、本発明の第 1 の実施形態によるテレコンファレンスシステムの構成を示す。図 2 のシステムは、送信部屋 1 のマイクロフォン 3, 2 と受信部屋 10 のラウドスピーカ 11, 12 との間のパス中に挿入された非線形信号変換モジュール 25, 30 (NL) があることを除いて、図 1 と同じである。非線形変換モジュール 25, 30 の動作によりステレオ音源信号  $x_1(t)$  および  $x_2(t)$

、(t) は、それぞれ信号  $x_1'(t)$  および  $x_2'(t)$  に変換される。ここで“'”は、ステレオシステムの他の変換された信号と低減された相互関係をこの場合に好都合に有する変換された信号を示す。

【0037】図1に示されたシステムと同様に、AEC 20のフィルタは、システム中のどの場所にも配置できるが、好ましくは受信部屋10に配置される。非線形変換モジュール25、30は、図示されているように変換された信号を受信部屋10およびAEC 20の両者が受信する限り、どの場所にも配置できるが、好ましくは送信部屋1に配置される。

【0038】具体的には、本発明の一実施形態により、信号  $x_1(t)$  および  $x_2(t)$  は、対応する信号それ自体の小さな非線形関数をそれぞれに加えることにより、好都合に部分的に相互関係を解除されている。2つのプロセスが線形的に従属している場合、かつその場合に、2つのプロセス間の結合の強さは1に等しいことが

$$x_1'(t) = x_1(t) + \alpha f_1[x_1(t)] \quad (10)$$

【0041】ここで、関数  $f_1$  および  $f_2$  は、好都合なことに、非線形である。したがって、 $x_1'(t)$  および  $x_2'(t)$  の間の線形の関係は回避され、結合の強さが1よりも小さいことを補償する。当業者に明らかなように、そのような変換は、結合を低減し、共分散行列の条件数を低減し、不一致を改善する。勿論、この変換の使用は、その影響が聞き取ることができず、ステレオ

$$f(x) = (x + |x|) / 2 = x > 0 \text{ の場合、} x, \text{ その他の場合、} 0$$

)

【0043】この場合において、式(10)の乗数  $\alpha$  は、0.5よりも小さい値に好都合にセットされ、好ましくは0.1~0.3の範囲の値にセットされ得る。他の実施形態において、 $f_1$  および  $f_2$  のそれぞれは、例えば、 $f(x) = |x|$  として定義される全波整流器関数、 $f(x) = \text{sgn}(x)$  として定義されるハードリミッタ関数、 $f(x) = x^2$  として定義される二乗関数、 $f(x) = x^2 \text{sgn}(x)$  として定義される二乗サイン関数、 $f(x) = x^3$  として定義される三乗関数または当業者に明かであり、かつよく知られた他の多数の非線形関数のいずれかであり得る。

【0044】追加の実施形態によるハイブリットステレオ/モノAEC

図4は、本発明の代替的な実施形態によるAECの構成を示す。図4の例示的なAECは、ステレオ効果が、例えば1000Hzの近傍であるクリティカルな周波数よりも下の音エネルギーに主によるという観察に基づく。

【0045】このように、図4の例示的なシステムは、好都合なことに、高い周波数(例えばクリティカルな周波数を超える)における通常のモノAEC成分を有するモノラル音を使用しつつ、低い周波数(例えば、クリティカルな周波数よりも下の)における本発明によるステ

当業者によく知られている。

【0039】したがって、「雑音」成分を各信号に加えることにより、結合は低減される。しかし、信号をその元の信号に類似する付加成分と結合することにより、例えばランダムノイズ成分を加える効果と比べて、可聴劣化は好都合に最小化できる。これは、音声のような信号に対して特に当てはまり、信号の倍音構造は、歪をマスクする傾向にある。

【0040】図3は、図2のシステムの非線形変換モジュール25、30を具現化するために使用できる例示的な非線形変換モジュールの構成を示す。図3において、非線形関数モジュール32に、元の信号  $x(t)$  が与えられ、出力が、マルチプライヤ34を使用して、小さな係数  $\alpha$  が乗算される。この結果は、図示されているように、変換された信号  $x'(t)$  を生成するために、元の信号を  $x(t)$  と結合される。即ち、 $i = 1, 2$  に対して、

$$(10)$$

感覚にいかなる有害な影響も有しない場合に、特に有利である。この理由のために、乗数  $\alpha$  が比較的小さいことが好ましい。

【0042】本発明の一実施形態において、非線形関数  $f_1$  および  $f_2$  (非線形関数モジュール32により与えられる)は、当業者によく知られたそれぞれ半波整流器関数であり、次式で定義される。

$$(11)$$

レオAEC成分を有するステレオ音を使用するハイブリットモノ/ステレオAECを含む。このハイブリットアプローチは、例えば図2に示された実施形態により提供されるフルバンドステレオAECの複雑さと完全な空間的な現実性を達成する目的との間の有利な妥協を提供する。

【0046】具体的に、図2に示された実施形態により例えば具現化される本発明によれば、高品質エコーキャンセルを達成するように、収束レートの検知における高速適応アルゴリズムを使用することは有利である。これは、例えば、必要とされるメモリおよび動作の数の検知から比較的高レベルの複雑さは、潜在的にリアルタイムの具現化を幾分コストがかかるものにすることを意味する。

【0047】さらに、図2の例示的なフルバンドステレオAECシステムの関連において、当業者によく知られた2チャンネル高速再起最小二乗法(FRLS)アルゴリズムであっても、理想よりも幾分遅く収束する。この理由のために、良好な空間的現実性を維持したまま、より早く収束し、例えば図2の例示的なシステムのフルバンドスキームよりも具現化が容易(かつ安価)であるAECシステムを提供することが有利である。この目的は、

例えば図 4 に示された例示的なシステムのような本発明の所定の代替的な実施形態によるハイブリットステレオ／モノ A E C システムにより有利に達成される。

【 0 0 4 8 】 心理音響学的検知からこのステレオ効果を理解することは複雑であるが、実験は、ステレオ中和、本質的にクリティカル周波数（例えば 1 0 0 0 H z ）よりも下に位置し、もしあったとしても、その周波数を越える局所化にほとんど寄与しないことを示す。例えば、F. L. Wightman および D. J. Kistler による "The dominant role of low-frequency interaural time differences in sound localization," J. Acoust. Soc. Am., vol. 91, pp. 1648-1661, Mar. 1992 を参照のこと。

【 0 0 4 9 】 図 4 の例示的なハイブリットステレオ／モノラル A E C システムは、本発明の原理と組み合わせられた心理音響学的原理に基づいている。図 4、5 および 6 に示された図において、垂直方向の破線は、例えば送信部屋に配置され得る構成要素、即ち線の左側の構成要素と、例えば受信部屋に配置され得る構成要素、即ち線の右側に配置され得る構成要素との間の例示的な分割を示す。しかし、このような構成要素の配置は、単に例示的なものである。他の代替的な実施形態において、様々な構成要素が他の方法で配置され得ることは、当業者にとって明かである。

【 0 0 5 0 】 具体的に、2つの信号  $x_l$  および  $x_r$  : (即ち左および右チャンネル信号) は、それぞれローパスフィルタ 4 1、4 2 によりまずろ波され、そして、ダウンサンプル 4 3、4 4 によりそれぞれダウンサンプルされ、2つの低周波数ステレオ信号  $x_{ll}$  および  $x_{lr}$  を生成する。この方法において、クリティカル周波数（例えば、1 0 0 0 H z ）よりも下の周波数は、ステレオ効果を実現するために、2つの独立したチャンネルにおいて維持される。

【 0 0 5 1 】 その間に、左および右チャンネル  $x_l + x_r$  の和（加算回路 4 0 により計算された）は、クリティカル周波数よりも高い周波数を維持するために、モノラル信号、即ち  $x_m$  と同様に、遅延回路 5 2 により遅延された後に、ハイパスフィルタ 4 5 によりろ波される。さらに、非線形変換モジュール 2 5、3 0 は、本発明の原理に従って、図 2 の例示的なシステムと同様の方法で、各低周波数チャンネルに備えられている。

【 0 0 5 2 】 左および右ラウドスピーカ 1 1、1 2 は、受信部屋におけるステレオ信号を、遅延回路 5 2 からの結合（即ちモノラル）高周波成分信号とそれぞれ加算回路 5 3、5 4 からの左および右チャンネルの低周波成分信号との和として、2つの低周波成分信号がアップサンプルされ、アップサンプル 4 8、4 9 およびローパスフィルタ 5 0、5 1 によりろ波された後に提供する。

【 0 0 5 3 】 2つの本質的に独立な A E C モジュールが準備される。即ち、適応フィルタ 6 4、適応アルゴリズム 6 6 および減算回路 6 5 を含む高周波成分信号を処理

するための1つのモノラル A E C モジュール、および適応フィルタ 5 5、5 6、適応アルゴリズム 5 7、加算回路 5 8 および減算回路 6 7 を含む2つの低周波成分信号を処理するための1つのステレオ A E C モジュールである。

【 0 0 5 4 】 これらの独立 A E C モジュールは、別個の低周波および高周波誤差信号（それぞれ、 $e_l$  および  $e_r$ ）を生成するために使用される。各誤差信号は、受信部屋中のマイクロフォン 1 4 からの信号  $y$  がそれぞれローパスフィルタ 5 9（およびダウンサンプル 6 0）およびハイパスフィルタ 6 1 により低周波および高周波成分信号（即ち、それぞれ  $y_l$  および  $y_r$ ）に分離されている以外は通常の方法で生成される。

【 0 0 5 5 】 最終的に、これらの2つの個々の誤差信号（ $e_l$  および  $e_r$ ）は、低周波誤差信号  $e_l$  がアップサンプル 6 8 によりアップサンプルされ、かつローパスフィルタ 6 9 によりフィルタ（ろ波）された後に、かつ高周波誤差信号  $e_r$  が遅延回路 7 1 により遅延された後に、最終的誤差信号  $e$  を生成するために、加算回路 7 0 により結合される。

【 0 0 5 6 】 幾分複雑に見えるが、図 4 の例示的なシステムのようなハイブリットステレオ／モノラル A E C システムは、例えば図 4 の例示的なハイブリットシステムにおいて2つの異なる A E C モジュールがあるという事実にもかかわらず、図 2 に示された例示的なシステムのようなフルバンド A E C システムよりも具現化することが実際に容易である。

【 0 0 5 7 】 これを理解するために、最大周波数  $f_m$  が例えば 1 0 0 0 H z に選ばれているステレオ A E C モジュールに対して、ローパスフィルタされた信号は、係数  $r = f_c / 2 f_m = f_c / 2 0 0 0$  により好都合にサブサンプルされ得ることにまず気づくべきである。ここで、 $f_c$  は、システムのサンプリングレート（H z）である。特に、図 4 の例示的なシステムのサブサンプル 4 3、4 4 に留意すること。

【 0 0 5 8 】 結果として、算術上の複雑さは、図 2 の例示的なシステムにおけるようなフルバンド A E C 構成と比べて、 $r^2$  の係数で低減される。特に、タップの数および 1 秒あたりの演算回数は、両者共に  $r$  の係数により低減され得ることに留意されたい。したがって、2チャンネル F R L S のような当業者によく知られた急速収束適応アルゴリズムは、例えば図 4 のシステムの適応アルゴリズム 5 7 により好都合に使用され得る。

【 0 0 5 9 】 例えば、J. Benesty, F. Amand, A. Gilloire および Y. Grenier による "Adaptive Filtering Algorithms for Stereophonic Acoustic Echo Cancellation," in Proc. IEEE ICASSP, 1995, pp. 3099-3102 を参照のこと。一方、当業者によく知られた単純な N L M S アルゴリズムは、高周波帯域においてフィルタ係数を更新するために使用することができる。N L M S アルゴ

リズムの収束は、FRLSアルゴリズムよりも遅いが、音声の中のほとんどのエネルギーは、例えば低周波数であるため、典型的にはこれはほとんど関係がない。

【0060】図5は、本発明の別の代替的な実施形態によるハイブリットステレオ／モノラルAECシステムであって、図4に示された例示的なシステムと、類似するものを示す。しかし、図5の例示的なシステムにおいて、図4の例示的なシステムにおけるハイパスフィルタは、単純な減算に置き換えられている。即ち、ハイパスフィルタ45の代わりに、図5の例示的なシステムは、減算回路43を使用して、遅延回路46により遅延された後の結合（元の）信号から個々のチャンネルのローパスフィルタされた信号のそれぞれを減算して、オリジナル信号と2つの低周波成分信号 $x_{1l}$ および $x_{2l}$ との和から高周波成分信号 $x_h$ を生成する。

【0061】同様に、ハイパスフィルタ61は、減算回路63で置き換えられており、減算回路63は、元のモノラル信号（ $y$ ）からローパスフィルタされたマイクロフォン信号（ $y_l$ ）を減算して、高周波マイクロフォン信号 $y_h$ を生成する。その他は図5の例示的なシステムは、図4の例示的なシステムと同一の方法で動作する。

【0062】最終的に、図6は、例えば図4および5に示されたような本発明の実施形態との組み合わせで使用するためのハイブリットステレオ／モノラルAECを使用するステレオテレコンファレンスシステムの一部分を示す。

【0063】2つの独立（即ち、左および右）のチャンネルを送信する代わりに、図6により部分的に示されたこの例示的なシステムは、最初に元のチャンネル信号の内の1つを他のものから減算し（即ち、 $x_1 - x_2$ ）、次にその結果をローパスフィルタすることにより形成された低周波成分「偏差」信号を、2つの元のチャンネル信号を加算（即ち、 $x_1 + x_2$ ）することにより形成されたフルバンドモノラル信号と共に、たとえば図1の送信部屋1のような送信部屋から送信する。具体的には、図に示された減算回路73、ローパスフィルタ74およびダウンサンプラ75は、低周波成分「偏差」信号を生成し、加算回路72はフルバンドモノラル信号を生成する。

【0064】そして、図1の受信部屋10のような受信部屋における受信機において、高周波成分モノラル信号 $x_h$ は、2つの別個のチャンネルの低周波成分信号 $x_{1l}$ および $x_{2l}$ と共に生成され得る。具体的には、受信されたフルバンドモノラル信号は、ローパスフィルタ77により遅延され、遅延回路76により遅延された後に、減算回路78により受信されたフルバンドモノラル信号それ自体から減算され、高周波成分信号 $x_h$ を生成する。

【0065】そして、2つの低周波成分信号 $x_{1l}$ および $x_{2l}$ はダウンサンプラ79によりダウンサンプルされた後のローパスフィルタされたフルバンドモノラル信号と受信された低周波成分「偏差」信号との和をとることによ

り（加算回路80参照）生成され、それぞれ2で除算される（除算器81、83を参照）。

【0066】このアプローチは、効率的なコーディングおよび上方互換性のために和および差の送信をしばしば使用する通常のステレオエンコーディング技術の精神を多く持つ。したがって、上述したいずれかの本発明による例示的なハイブリットステレオ／モノラルAEC技術を使用すると、AECシステムの複雑さは、好都合に低減され、適応アルゴリズムの収束レートは向上し、完全でないにしてもステレオ効果のほとんどは保持される。

【0067】代替的なアプリケーションのための代替的な実施形態

上述した本発明の実施形態は、ステレオテレコンファレンスに向けられているが、本発明の原理は、他のアプリケーションにも同様に適用可能である。例えばデスクトップコンファレンスおよび双方向ビデオゲームのような多くの他のアプリケーションにおいて、例えば音声信号を送信するために各場所に1つのみのマイクロフォンが備えられ、複数（例えば2つ）のラウドスピーカが各場所にそれにもかかわらず備えられる。

【0068】この場合において、ステレオ信号は、ステレオ効果を作り出すために、受信部屋において合成され得る。例えば、複数の出席者が関与するデスクトップコンファレンスの場合において、複数の送信部屋（即ち他の参加者達）を含む人工的な空間的次元を作り出すために、ステレオ効果が、各受信部屋において好都合に生成され得る。同様に、双方向ビデオゲームの場合において、ステレオゲーム音響効果が、特定のゲームが再生される環境をより現実感があるように表現するために典型的に作り出される。

【0069】AEC技術がテレコンファレンス以外のアプリケーションに適用されることが一般によく知られている。また、例えば上述した双方向ビデオゲームの場合のようなこれらの多くのアプリケーションにおいて、キャンセルされる信号は、事実通常の意味の言葉における「エコー」を全く含まないことがある。むしろ、当業者によく理解されているように、AEC技術はそのようなアプリケーションに適用される場合に、好都合にキャンセルされる「エコー」信号が、受信部屋中の特定のマイクロフォンによりピックアップされる信号のいずれかの特定の望ましくない部分を含み得る。

【0070】双方向ビデオゲームアプリケーションにおいて、例えば、キャンセルされるべき信号の望ましくない部分は、受信部屋においてゲーム音響効果により生成される部分である。このようにして、ここで使用される「音響的エコー信号」の用語は、この広い意味を含むことを意味している。

【0071】上述したデスクトップコンファレンスおよび双方向ビデオゲームのアプリケーションにおいて、図1および2の関数 $g_1(t)$ および $g_2(t)$ は、もはや

送信部屋の音響応答を表現しないが、その代わりに2つのステレオ信号を合成するために使用される関数を表現する。当業者によく知られているように、信号の内の1つが他のものの単に減衰されおよび/または遅延されたものである、即ち関数  $g_1(t)$  および  $g_2(t)$  が振幅および/または遅延においてのみ異なるように、一对のステレオ信号を合成することが一般的である。

【0072】しかし、本発明の原理がそのような場合に適応されるとき、非線形関数  $f_1$  および  $f_2$  が異なる非線形関数であることが好都合である。これは、 $f_1 = f_2$  の場合、得られる信号  $x_1'(t)$  および  $x_2'(t)$  が、望ましいように関係が解除されていないという事実による。そのようなアプリケーションに適用され得る本発明の一実施形態において、 $f_1$  は、例えば  $f(x) = (x + |x|)/2$  として定義される正の半波整流器であり、 $f_2$  は、例えば  $f(x) = (x - |x|)/2$  として定義される負の半波整流器である。

【0073】他の代替的な実施形態

本発明のいくつかの特定の実施形態を示したが、これらの実施形態は、本発明の原理の適用において考えられ得る多くの具体的な構成の単なる例示であると理解されなければならない。多くのかつ様々な他の構成が、当業者によりこれらの原理に従って、本発明の精神および範囲から離れることなしに考えられ得る。

【0074】例えば、図2の実施例の非線形変換モジュール25、30は、AEC20の外側の送信バスに配置されるものとして示されたが、そのような変換は、代替的に、AEC20の内部に含めることができる。そのような実施形態において、信号  $x_1'(t)$  および  $x_2'(t)$  は、AEC20から受信部屋10へ提供され得る。

【0075】本発明によるAECおよび信号の関係解除は、通信ネットワークにおいて実行可能である。典型的なネットワークアプリケーションは、例えばネットワーク交換器における本発明の一実施形態に関係することになる。しかし、当業者は、本発明は、送信位置または受信位置において局地的テレコンファレンス装置の一部として局地的に具現化され得ることを理解するであろう。このように、電話機、ラウドスピーカシステム、マイクロフォンシステムなどに内蔵され得る。

【0076】ここに説明した様々な技術の使用は、明示的に説明した以外の多くの方法によって組み合わせることができ、そのような組み合わせのそれぞれは当業者にとって明かである。例えば、米国特許出願 Ser. No. 08/344,320 に示されているような部分的に信号

の相互関係の解除を達成するために櫛形フィルタを使用することは、本発明との組み合わせでも使用することができる。

【0077】特に、例えば図4および5に示された実施形態において行われるように、高周波数におけるモノラルAECおよび低周波数における本発明による非線形性の付加を使用することよりもむしろ、櫛形フィルタは、米国特許出願 Ser. No. 08/344,320 に示されているように、低周波数において、本発明による非線形性の付加との組み合わせで、高周波数において使用され得る。

【0078】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、実際の個々のインパルス応答を正確に推定することが可能なステレオ音響エコーキャンセル技術を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】通常のステレオテレコンファレンスシステムの構成を示す図。

【図2】本発明の第1の実施形態によるステレオテレコンファレンスシステムの構成を示す図。

【図3】図2に示された本発明の実施形態により使用するための非線形信号変換を示す図。

【図4】本発明の代替的な実施形態によるハイブリットステレオ/モノラルAECシステムの構成を示す図。

【図5】本発明の別の代替的な実施形態によるハイブリットステレオ/モノラルAECシステムの構成を示す図。

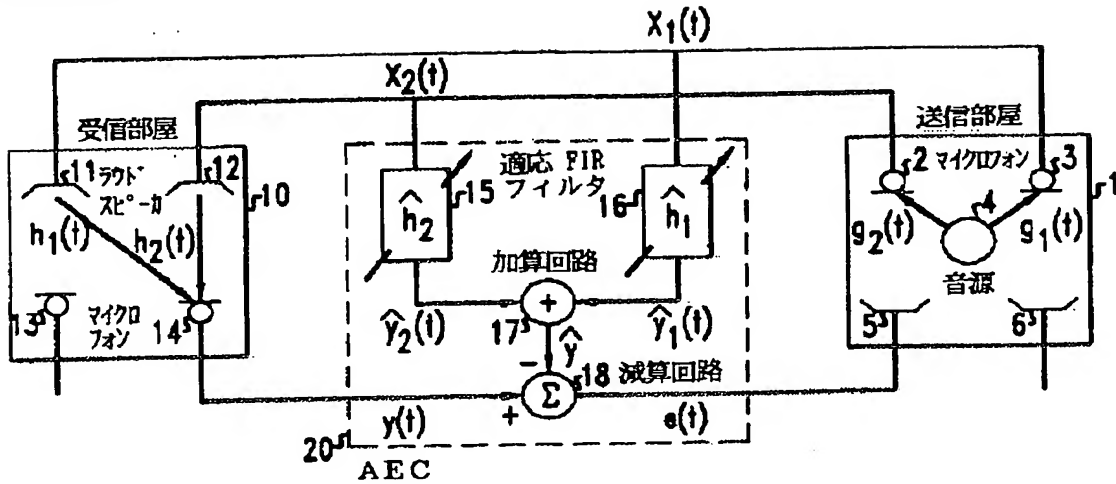
【図6】本発明の代替的な実施形態との組み合わせで使用するためのハイブリットステレオ/モノラルAECを使用するステレオテレコンファレンスシステムの一部を示す図。

【符号の説明】

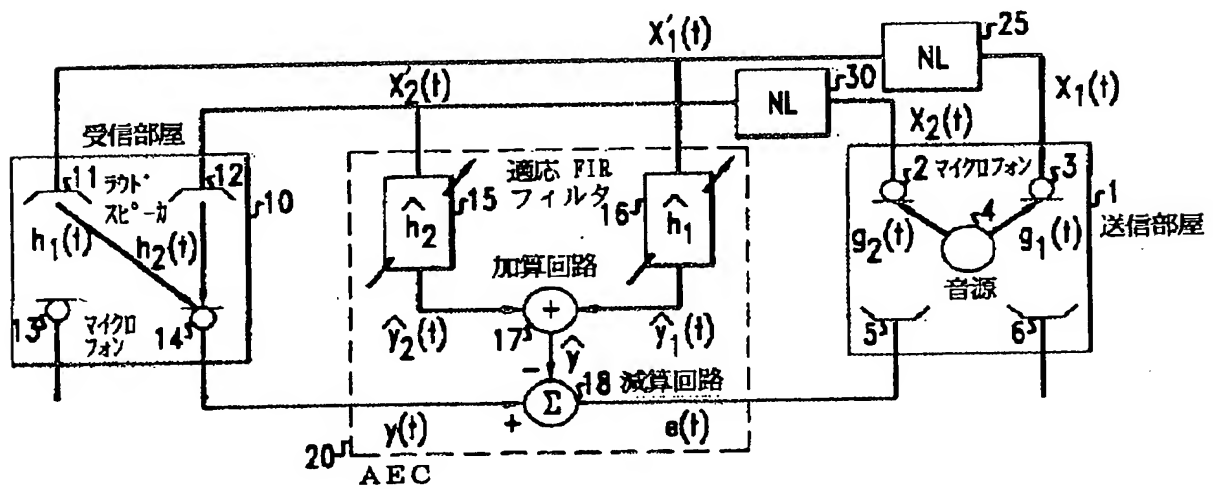
- 1 送信部屋
- 2, 3 マイクロフォン
- 4 音源
- 5, 6 ラウドスピーカ
- 10 受信部屋
- 11, 12 ラウドスピーカ
- 13, 14 マイクロフォン
- 15, 16 適応FIRフィルタ
- 17 加算回路
- 18 減算回路
- 20 AEC
- 25, 30 非線形変換モジュール

【 図 1 】

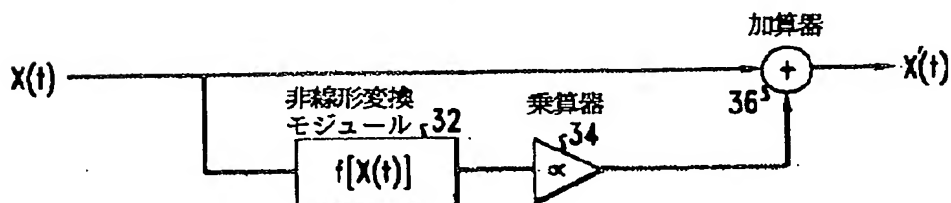
(従来技術)



【 図 2 】

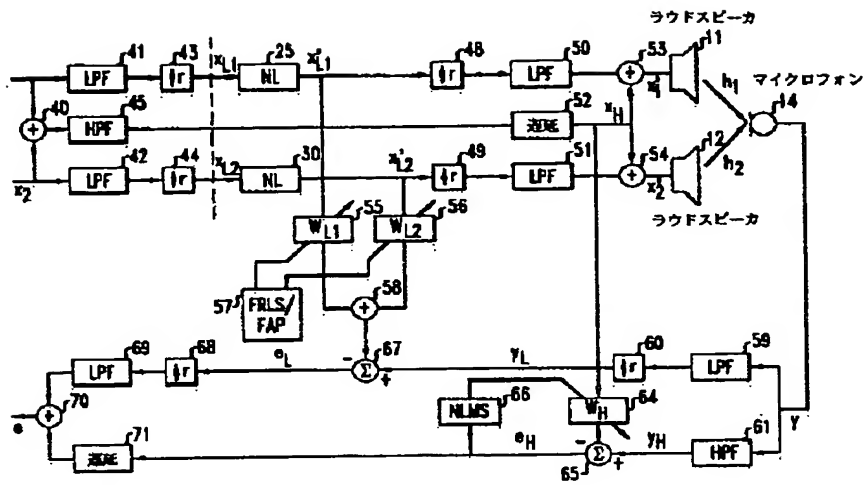


【 図 3 】

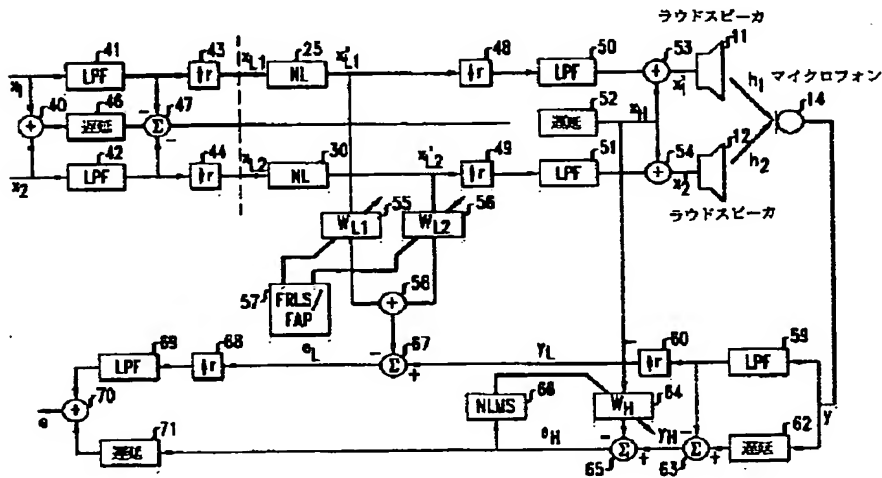


BEST AVAILABLE COPY

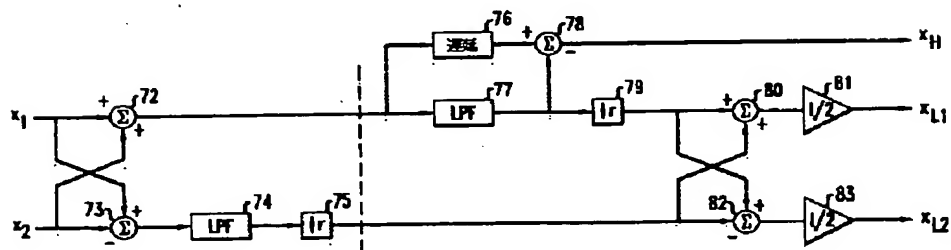
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



BEST AVAILABLE COPY

フロントページの続き

- (72) 発明者 ヤコブ ベネスティ  
アメリカ合衆国、07974 ニュージャ  
ージー、ニュー プロビデンス、ブルック  
サイド ドライブ 66
- (72) 発明者 ジョセフ リンドレー ホール セカンド  
アメリカ合衆国、07920 ニュージャ  
ージー、バスキング リッジ、キンナン  
ウェイ 20
- (72) 発明者 デニス レイモンド モーガン  
アメリカ合衆国、07960 ニュージャ  
ージー、モーリスタウン、サイカモア レ  
ーン 4
- (72) 発明者 マン モハン ソンディ  
アメリカ合衆国、07046 ニュージャ  
ージー、マウンテン レイクス、インター  
ベイル ロード 105

BEST AVAILABLE COPY